

UNITÉ HALIEUTIQUES MANCHE MER DU NORD

TRAJECTOIRE D'ICI A 2030

Novembre 2024



3 grandes orientations et outils et moyens pour y répondre

Pour analyser et décrire la trajectoire de l'unité, il y a plusieurs dimensions à prendre en compte avec l'évolution de l'équipe, la trajectoire future de la tutelle, l'organisation de la recherche au niveau de la zone géographique concernée (Manche-mer-du-Nord) qui vont dimensionner et définir la dynamique de la recherche au sein de l'unité HMMN.

Pour analyser, la trajectoire future de l'unité, il faut au préalable faire le bilan et l'évolution des personnels composant l'unité HMMN, car ses effectifs définiront les limites de sa trajectoire et de ses ambitions. L'Unité de recherche HMMN, créée en 2005, est intégrée depuis 2011 au Département Ressources Biologiques et Environnement (RBE), qui est l'un des quatre départements scientifiques de l'Ifremer, avec les départements Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes, Recherches physiques et Ecosystèmes de fond de Mer et Infrastructures de Recherche et Systèmes d'Information. L'Unité de recherche HMMN est constituée de deux laboratoires, l'un situé à Boulogne sur mer dans les Hauts de France (LRHBL) et l'autre à Port-en-Bessin en Normandie (LRHPB). L'unité HMMN au 31/12/2023 était composée de 28 personnes en CDI dont 1 personnel administratif, 13 techniciens de recherche, 4 ingénieurs de recherche et 10 cadres de recherche (CR). L'unité est bi-localisée avec 20 personnes à Boulogne-sur-Mer (LRHBL) et 8 personnes à Port-en-Bessin (LRHPB). Les effectifs au 31/12/2017 étaient similaires avec 29 personnes en CDI dont 9 cadres de recherche. Ainsi, si les effectifs n'ont pas sensiblement changé, l'unité présente cependant un grand turn-over avec 10 arrivants et 11 partants sur une période de seulement six ans (entre 2018 et 2023). C'est à la fois une force avec de nouvelles personnes et idées au sein de l'unité HMMN et des personnes partant dans d'autres unités avec qui l'unité HMMN continue de collaborer, mais aussi une faiblesse dans la continuité des actions engagées et le temps passé à former et intégrer de nouveaux personnels à l'unité. Ainsi, le bilan est une unité de taille relativement stable, mais relativement réduite en termes d'effectifs pour la zone géographique ciblée qui est la plus impactée par les activités humaines parmi les eaux françaises. De plus, le grand turn-over depuis sa création en 2005 et encore sur la dernière période de 2018 à 2023, rend l'unité très dynamique mais demande beaucoup d'énergie et d'investissement pour recruter et intégrer les nouveaux collègues dans les meilleures conditions tout en maintenant les activités, en particulier l'appui aux politiques publiques.

En regardant la liste prévisionnelle des personnels de l'unité au 01/01/2026, il y aurait 25 personnes avec 12 CR. Le nombre total serait en baisse avec le départ à la retraite de quatre personnes dont deux IR + un CR à Port-en-Bessin (LRHPB) et un technicien à Boulogne-sur-Mer (LRHBL) d'ici deux ans. A l'inverse, un CR va être recruté en 2024 au LRHPB. Ainsi, le laboratoire de Port-en-Bessin, si aucun autre poste venait à s'ouvrir d'ici 2026 perdrait trois postes sur huit, soit 37.5% des effectifs au LRHPB, ce qui peut clairement être une vraie menace pour ce laboratoire. En même temps, dans ce laboratoire de taille réduite, les deux derniers IR devraient passer CR en sachant que l'un des deux finalise sa thèse d'ici 2026. Tous ces changements devraient avoir des répercussions importantes sur l'unité HMMN en fonction des choix de sa tutelle d'ouvrir ou non des postes permanents. Un autre point important concernant les postes de permanents, est la mise en place en 2024 de la plateforme expérimentation larvaire à Boulogne-sur-Mer, sans personnel technique permanent dédié actuellement. Le nombre d'HDR devrait augmenter fortement de deux fin 2023 à huit en 2026. En effet, plusieurs CR ont encadré des doctorants, publiés et acquis de l'expérience depuis leur recrutement au sein de l'unité réunissant ainsi les conditions réunies pour soutenir leur HDR. Enfin, l'organisation de l'équipe de direction de l'unité HMMN avec un responsable d'unité et deux chefs de laboratoire pour gérer chaque implantation géographique ne devrait pas être modifiée entre 2026 et 2030.

La deuxième dimension à prendre en compte est la trajectoire future de la tutelle. Depuis la précédente évaluation en 2016 par l'Hcéres, la politique scientifique de l'Ifremer a considérablement évolué. Six grandes orientations scientifiques sont déclinées dans le projet d'institut Horizon 2030 : O1) Comprendre la dynamique et les impacts de l'évolution de l'océan physique à l'horizon 2100 ; O2) Comprendre les événements climatologiques et géologiques par une approche multi-échelles et l'apport de données multi-sources ; O3) Comprendre la dynamique des échanges à l'interface océan-lithosphère ; O4) Appréhender la dynamique de la réponse de la biodiversité et des écosystèmes au changement global ; O5) Comprendre et prédire l'évolution des organismes marins dans le cadre du changement global ; O6) Construire une approche scientifique de l'aide à la gestion adaptative des socio-écosystèmes marins et littoraux. Enfin, pour l'avenir, l'Ifremer veut être un acteur majeur en prise avec la société¹ et ses enjeux. L'Ifremer, institut national, du fait de

¹ La société telle que définit par l'Ifremer : Elle regroupe les directions, services et agences de l'État, les collectivités territoriales, notamment les régions, les élus nationaux, les instances européennes et internationales, les professionnels de la mer et leurs

ses différentes implantations mène aussi une politique territoriale en cohérence avec ses orientations nationales, à travers son implication dans les politiques de site d'enseignement supérieur, de recherche et d'innovation en fonction de ses propres forces et du poids local des sciences et technologies marines.

La troisième dimension à prendre en compte est l'organisation de la recherche au niveau de la zone géographique concernée (Manche-mer-du-Nord) que ce soit au niveau français (local ou régional) et/ou au niveau international (en particulier avec les pays limitrophes de la Manche-mer-du-Nord). Au niveau régional français, c'est-à-dire les régions Normandie et Hauts de France couvrant le littoral de la Manche-Est, il y a un grand nombre d'universités et seuls deux organismes nationaux sont présents dans le tissu de la recherche marine avec l'Ifremer et avec l'Anses à Boulogne-sur-Mer. La taille des structures de ces deux organismes est relativement réduite alors que les pressions anthropiques (pêche, énergies marines renouvelables EMR, Brexit, aires marines protégées AMP, extraction de granulats, trafic maritime, pollution, ...) et les conflits d'usages en résultant ne cessent de s'accroître. L'unité HMMN joue un rôle important dans les Hauts-de-France comme (1) membre actif de la Structure Fédérative de Recherche SFR-Campus de la Mer (plusieurs personnels de l'unité sont membres du Conseil scientifique), (2) l'un des chefs de file de projets CPERs, (3) unité participant à l'École universitaire de recherche transdisciplinaire pour les sciences marines, l'halieutique et les produits de la mer (Transdisciplinary graduate school for marine, Fisheries and SEAfood sciences, (4) membre de l'EUR IFSEA, mis en place en 2021 dans le cadre des PIA4 de l'ANR : membres du Conseil, Coordination du volet Recherche de l'EUR IFSEA), et (5) membre de pôle de compétitivité des produits de la mer Aquimer. L'unité HMMN joue un rôle un rôle important en Normandie comme (1) membre de la Structure Fédérative de Recherche SFR-Merlin mise en place en 2021 et (2) acteur de la recherche marine reconnu par la région normande à travers un accord de partenariat stratégique. Au niveau de ces deux régions, différents outils fédérateurs de la recherche ont été mis en place durant ces dernières années et l'unité est à chaque fois impliquée sur des thématiques de recherche liées à la filière des produits de la mer, la gestion de l'espace marin avec le développement grandissant des EMR et des AMP en particulier et les conséquences sur la biodiversité et la pêche sans oublier les questions liées au changement climatique. Cette implication de l'unité dans le tissu de la recherche marine régionale montre l'intérêt et la volonté de l'unité de développer et renforcer ces collaborations avec des universités ou autres organismes pour fédérer et répondre régionalement aux sollicitations de la société. Ce tissu de la recherche est soutenu par les deux régions et l'état en particulier au travers de la création de plateformes techniques multipartenaires. Ainsi, l'unité en dirige une avec la Plateforme expérimentation larvaire et participe à plusieurs comme la plateforme isotopie permettant le développement de ces axes de recherche dans le futur. L'implication de l'unité dans l'EUR-IFSEA devrait permettre de mieux structurer les formations/modules universitaires réalisés. Enfin, au niveau international, l'unité intervient avec les autres organismes européens sur le suivi des stocks halieutiques et autres questions liées à la Politique Commune des Pêches à travers en particulier le CIEM mais aussi de projets de recherche sur différentes thématiques (les nouveaux outils pour suivre les stocks de poissons ; l'intelligence artificielle dans les ressources halieutiques pour analyser des captures, identifier des espèces, réaliser des campagnes scientifiques vidéos, estimer les paramètres biologiques ; les impacts cumulés des EMR et autres usages sur l'écosystème,...).

La structuration de l'unité bilocalisée HMMN en deux laboratoires RHPB en Normandie et RHBL dans les Hauts-de-France ne devrait pas changer dans le futur. A l'inverse, l'organisation de la recherche de l'unité HMMN était structurée en trois thèmes de recherche, chacun réparti en sous-thèmes ou axes. Entre la dernière évaluation en 2018 et la projection de 2026 à 2030, les sujets de recherche ont évolué comme les objectifs de recherche de l'Ifremer. Ainsi, c'est logiquement que les thèmes de l'unité pour le futur seront amenés à changer. De plus, lors de la dernière évaluation HCERES, le thème 3 apparaissait comme sous-représenté par rapport aux deux autres thèmes. Dans ce cadre, après des échanges entre l'ensemble des personnels de l'unité, il a été décidé d'identifier trois objectifs pour l'unité HMMN pour 2026 à 2030 en lien directement à trois des 6 six orientations scientifiques de l'Ifremer (O4) Appréhender la dynamique de la réponse de la biodiversité et des écosystèmes au changement global ; O5) Comprendre et prédire l'évolution des organismes marins dans le cadre du changement global ; O6) Construire une approche scientifique de l'aide à la gestion adaptative des socio-écosystèmes marins et littoraux) et leurs enjeux identifiés par l'Ifremer (Figure 20). De même pour répondre à ces trois objectifs, l'unité a identifié ses spécificités et ses moyens pour y répondre (Figure 21). Si beaucoup d'outils et plateformes sont identifiées pour l'objectif 1, cet objectif lui-même nourrit les 2 autres objectifs.

organisations de filière ou territorialisées, les organisations non gouvernementales (ONG) de protection de la nature, les structures de médiation scientifique, les médias, les associations culturelles et patrimoniales, la communauté éducative (enseignants et élèves), les particuliers eux-mêmes.

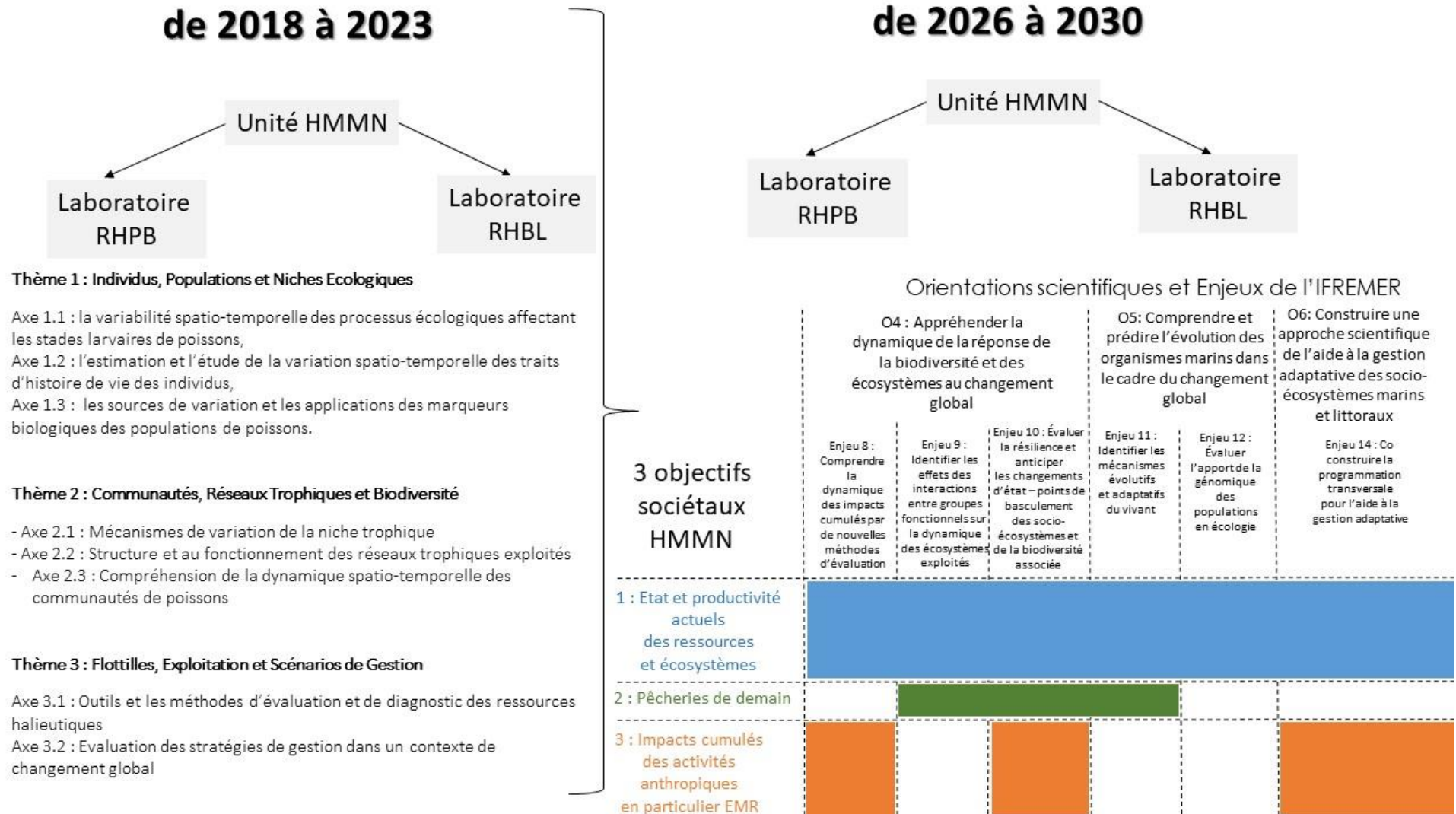


Figure 20 : Évolution de la structure et de l'organisation de la recherche de l'unité HMMN entre 2026 et 2030 en lien avec les orientations et enjeux de l'Ifremer.

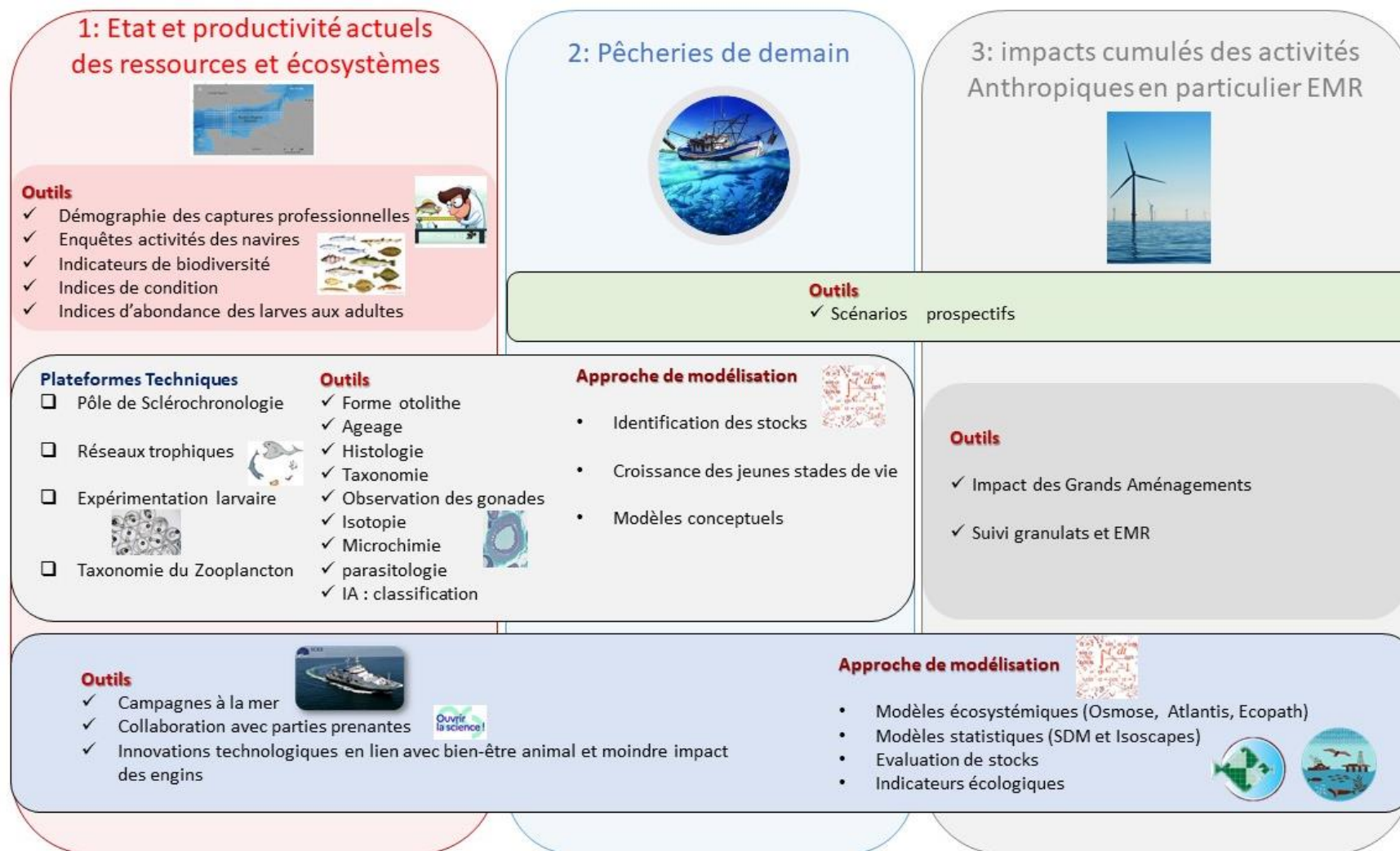


Figure 21: Outils et moyens pour répondre aux 3 objectifs sociétaux de l'unité HMMN entre 2026 et 2030.

Les 3 objectifs de l'unité HMMN sont les principaux axes de recherche de l'équipe et donc ce projet scientifique répond à de grandes questions développées ci-dessous.

Questions centrales de l'unité HMMN

Objectif HMMN 1 (O1) : état et productivité actuels des ressources halieutiques et des écosystèmes

La recherche d'un équilibre entre conservation et utilisation des ressources halieutiques au sein de leur écosystème représente un enjeu majeur pour la filière pêche, les gestionnaires et la société. Le cadre des travaux menés depuis un quart de siècle pour répondre à cet enjeu est l'approche écosystémique pour l'halieutique (AEH). L'AEH prend en considération, en plus de la dynamique individuelle des populations exploitées, la dynamique de leurs interactions au sein de leur écosystème et de leur environnement, et plus globalement encore la dynamique de l'écosystème vu comme un objet de recherche à part entière. C'est dans le cadre de l'AEH que l'unité HMMN étudiera les fluctuations spatio-temporelles et interspécifiques des ressources halieutiques, de leur productivité et des interactions qu'elles entretiennent avec leur environnement, dans un contexte de changement global. Trois questions structureront les activités de l'Unité HMMN autour de l'objectif 1 (O1) sur la période 2026-2030 : (Q1) Comment mesurera-t-on l'état de santé et la productivité des populations de poissons et des écosystèmes exploités ? (Q2) Quels mécanismes déterminent la productivité de certaines ressources halieutiques à forte valeur commerciale ou patrimoniale ? (Q3) Quels mécanismes déterminent la biodiversité et le fonctionnement des réseaux trophiques ? Si la plupart des études seront centrées sur l'écosystème de Manche et Mer du Nord (MMN) et de certaines espèces commerciales structurantes (e.g., hareng, sole, plie, coquille Saint-Jacques), certains travaux porteront également sur des espèces exploitées sur d'autres façades métropolitaines, Saint Pierre et Miquelon et les RUP.

O1-Q1 : Comment mesurer l'état et la productivité des ressources et des écosystèmes ?

Les principaux enjeux contextuels qui encadreront, au cours des prochaines années, la contribution de l'unité HMMN à **l'appui aux politiques publiques** et **aux travaux de recherche en matière d'évaluation de l'état et de la productivité des ressources halieutiques et des écosystèmes marins** seront d'ordre réglementaires, climatiques et méthodologiques.

L'appui aux politiques publiques regroupe la collecte de données et l'implication dans l'évaluation d'un certain nombre de stocks commerciaux. **(1) La collecte des données** devra de manière générale suivre l'évolution du cadre réglementaire sur l'amélioration du bien-être animal et la demande sociétale qui incite à ce que les organismes scientifiques soient moteurs en termes de limitation de l'impact des engins sur les ressources halieutiques et les écosystèmes marins. Les campagnes scientifiques à la mer pourront répondre en partie à ces défis en intégrant de nouvelles technologies de collecte, sans altérer les séries historiques constituées. Cela pourrait impliquer un basculement potentiel à terme des engins de type drague (ou chalut) vers des engins à base de caméras permettant des analyses d'images comme testés actuellement (suivi du concombre de mer à Saint-Pierre et Miquelon, coquille Saint-Jacques en baie de Seine : projet CoqSeineTV prévu en 2025 et années suivantes). Les stratégies de collecte de données lors de campagnes à la mer devront également prendre en compte la réduction des zones échantillonnées (en raison du développement des parcs éoliens et autres infrastructures produisant une énergie marine renouvelable, et du renforcement de la protection attendue au sein des aires marines protégées pouvant aller jusqu'à une interdiction de chalutage), et s'adapter aux changements de l'aire géographique des stocks en lien avec le réchauffement climatique. L'Unité HMMN participera aussi à la coordination scientifique de campagnes à la mer au niveau de la flotte française mais aussi au niveau international (e.g., participation active à, et/ou présidence des groupes de travail WGALES, WGSINS, WGBIOP, WGIBTS et d'autres ateliers thématiques du CIEM). L'unité HMMN continuera à apporter son **(2) expertise aux groupes de travail internationaux du CIEM** (WGNSSK, HAWG, WGSCALLOPS, WGWIDE, WGBYC, WGSINS, WGALES, WGCATCH, ateliers de benchmarks). Deux chercheurs de l'Unité représenteront par ailleurs la France en qualité de membres suppléants à l'ACOM, le Comité d'Avis du CIEM, qui est chargé de la publication officielle des avis scientifiques, et notamment des options de capture qui seront utilisées par les gestionnaires comme base scientifique pour fixer les quotas de pêche. Si ces activités s'inscrivent globalement dans la continuité de l'expertise apportée par l'Unité HMMN au CIEM sur la période 2019-2023, HMMN s'impliquera également dans la mise en place de nouveaux plans de gestion à long terme pour les stocks partagés par l'UE, la Norvège et le Royaume-Uni (UE-NO-RU). Enfin, la renégociation complète en 2026 des accords de pêche contractualisés lors du Brexit entre l'UE et le Royaume-Uni ne manquera pas de mobiliser les membres de l'équipe HMMN en charge de l'évaluation de stratégies de gestion. L'Unité HMMN est également **(3) référente en Manche-Mer-du-Nord pour l'évaluation de plusieurs stocks soumis à quotas européens** (plusieurs espèces de gadidés, hareng, rouget barbet, plusieurs espèces de poissons plats...) mais aussi de

stocks d'espèces non soumis à quotas européens (coquille Saint-Jacques : il s'agit de la première espèce des pêches françaises en 2023. ; buccin : deuxième espèce débarquée en tonnage en Normandie et dont l'exploitation a fortement augmenté dans les Hauts-de-France) ; la dorade grise (projet SPOCC en cours) ; les céphalopodes). L'Unité HMMN est également **(4) référente pour l'évaluation des stocks partagés entre le Canada et Saint-Pierre et Miquelon** en particulier la morue, le flétan de l'Atlantique, le pétoncle géant, le pétoncle d'Islande et les holothuries). L'objectif des actions engagées à St-Pierre et Miquelon est d'acquérir des connaissances scientifiques sur les principales ressources marines exploitées par les professionnels de l'archipel pour les partager avec les collègues canadiens et répondre à des saisines de l'Etat sur les avis de gestion de ces stocks. Dans l'ensemble de ses missions d'avis et d'expertise en appui à la puissance publique, l'unité HMMN devra investir dans **(5) l'évaluation des stratégies de gestion** (Management Strategy Evaluation : MSE) en plein essor dans la plupart des ORGP. Les MSE sont des approches stochastiques permettant de tester des modèles opérationnels (Operating Model : OM) incluant une estimation des incertitudes environnementales prévisibles et incertitudes du modèle d'évaluation pour rechercher le mode de gestion (Harvest Control Rules : HCR) le plus robuste aux variations prévues.

Les travaux de recherche en matière d'évaluation de l'état et de la productivité des ressources halieutiques et des écosystèmes marins concernent plusieurs thématiques de recherche développées par l'unité HMMN : **(1) L'identification des unités de stock** est une étape préalable essentielle à leur évaluation. L'analyse de la forme et la chimie des otolithes, pièces calcifiées de l'oreille interne, sont fortement développées au sein de l'unité HMMN à travers le pôle national de Sclérochronologie. Les analyses de forme en 2D, puis plus récemment et étant très à l'avant-garde de la recherche, en 3D, ont permis de travailler sur les unités de stocks mais aussi la morphologie des otolithes des différentes espèces, et de caractériser leurs traits fonctionnels. L'approche 3D est beaucoup développée actuellement au sein de l'unité, car les premiers résultats obtenus montrent déjà des résultats bien supérieurs à ceux obtenus en 2D qui était déjà la méthode mondiale la plus utilisée pour identifier les unités de stocks de poissons. La microchimie des otolithes est aussi développée à travers le suivi des métaux traces et des isotopes stables, pour discriminer les origines et les zones de nourriture des espèces. Ces 2 méthodes de forme et de chimie des otolithes sont très complémentaires. Les compositions des isotopes stables organiques, par exemple, pourront être utilisées pour déterminer les zones d'alimentation séparées, même pour les stocks ayant une composition génétique homogène. Ces approches basées sur l'otolithométrie seront appliquées à différentes espèces en Manche mais aussi dans d'autres mers, présentant des questions sur les limites de stocks ou le niveau de connectivité entre sous-populations. **(2) la variabilité spatiale et inter-annuelle de l'écosystème ichtyoplanctonique** est nécessaire pour comprendre et évaluer les ressources marines et plus particulièrement des assemblages de larves de poissons dans la Manche orientale et la mer du Nord selon les périodes de l'année. Fort de son Pôle de Taxinomie et d'Ecologie du Zooplancton, l'unité HMMN organise la collecte, l'identification taxonomique et la cartographie dynamique des larves des poissons, dans le but d'améliorer les connaissances sur le recrutement des juvéniles. Les larves de hareng, sole et plie en Manche orientale et dans le sud de la mer du Nord figurent parmi les espèces qui seront plus particulièrement ciblées dans les prochaines années. Le projet Carparc visera ainsi à mieux identifier et cartographier au sein du parc naturel marin des estuaires picards et de la côte d'Opale, la biodiversité zooplanctonique, les zones de frayère et de dérive larvaire, qui font partie des zones fonctionnelles importantes pour la compréhension de la dynamique et du renouvellement des populations de poissons. **(3) La condition des poissons à tous les stades de vie** est aussi une approche fortement développée par l'équipe HMMN. Plusieurs facteurs biologiques et physiques peuvent influencer la croissance et la mortalité des poissons. Pour les jeunes stades de vie, ces facteurs sont souvent liés au trophodynamisme (c'est-à-dire la recherche de nourriture et l'évitement de la prédation). L'unité HMMN étudie la condition et la survie des larves à travers des mesures à trois niveaux d'organisation : l'organisme (détecter des changements morphométriques liés à la condition), le tissu (l'histologie permet ainsi de visualiser les conséquences directes du jeûne prolongé sur les tissus) et la cellule (suivi des lipides et aux acides gras lié à la quantité de réserves énergétiques disponibles). L'infestation parasitaire pourrait également représenter un impact sur la condition des individus. On peut ainsi présumer que le niveau de ressources de l'hôte agit comme un facteur de charge, et qu'une infestation parasitaire élevée serait le reflet d'un « bon état » du poisson. De même, un niveau de lipides faibles résulte-t-il d'une consommation en excès et d'un affaiblissement lié au parasitisme, à moins qu'il n'agisse au contraire comme un filtre à l'infestation parasitaire ? La compréhension fine des liens entre niveaux de condition et d'infestation parasitaire, ainsi que la poursuite de la caractérisation des échanges de matière entre hôte et parasite devraient permettre d'avancer sur le rôle et la place des parasites dans le fonctionnement des écosystèmes marins. **(4) La croissance des juvéniles et des adultes** est une caractéristique biologique essentielle pour comprendre et évaluer l'état d'une population. Cette relation entre la taille et l'âge individuel permet d'estimer la croissance et ainsi la trajectoire de vie d'un individu ou d'une population. L'unité HMMN à travers le pôle National de Sclérochronologie étudie la croissance d'un très grand nombre d'espèces partout dans le monde (mer du Nord, Méditerranée, Antilles, Ile de la Réunion...) à partir de différentes pièces calcifiées (otolithe, écaille, vertèbre,

opercule...) pour estimer la croissance avec précision, et alimenter les modèles d'évaluation de stocks. La croissance est étudiée aussi pour les différents stades de vie de la larve à l'adulte avec des méthodes très différentes et une précision des données pouvant varier entre les stades de vie. Une autre application est de comprendre l'évolution de la croissance d'une espèce en fonction des facteurs qui l'influencent, qu'ils soient de nature environnementale (température, salinité, acidification...) ou anthropique (pêche, pollution...). Enfin le développement des images de pièces calcifiées associées à des âges permet de développer des approches de classification utilisant l'intelligence artificielle pour prédire automatiquement l'âge des poissons. Enfin, les otolithes étant les plus utilisés dans toutes ces recherches, l'équipe HMMN s'attachera à mieux comprendre les processus de biominéralisation de l'otolithe de façon à mieux interpréter sa croissance. **(5) La maturité sexuelle** est un autre paramètre biologique clef pour appréhender la dynamique des populations naturelles. Les travaux menés les dernières années ont permis à l'unité de déployer des méthodes objectives pour déterminer ce paramètre à l'échelle individuelle, en s'appuyant sur l'histologie quantitative appliquée sur quelques espèces modèles (cardine, plie et rouget barbet de roche). Son déploiement dans le cadre européen du suivi des populations de poissons exploités est en plein essor. Il s'agit ici de compléter et d'améliorer la détermination de la maturité sexuelle par observation visuelle des gonades, par d'autres approches que l'unité HMMN développe en particulier autour de l'histologie quantitative et le *machine learning* en fonction de besoins européen ou nationaux. **(6) Les relations trophiques entre prédateurs et proies** peuvent être interprétées par l'analyse des contenus stomacaux, des isotopes stables organiques, et des acides gras. L'unité HMMN avec sa plateforme réseaux trophiques doit répondre à la demande du nouveau programme européen de collecte de données halieutiques et devrait devenir dans les années futures une plateforme nationale au sein de l'Ifremer. En plus des contenus stomacaux, d'autres analyses (isotopiques, acides gras) sont réalisées par l'unité HMMN pour suivre les relations trophiques dans les écosystèmes marins. Ces spécialités, en lien fort avec le plateau isotopie du CPER Hauts de France IDEAL, permettront d'effectuer des analyses complexes de la saisonnalité et des stratégies migratoires en tandem avec des analyses du réseau trophique et du comportement, du stade larvaire au stade adulte, et dans l'ensemble de la communauté marine. La prise en compte des relations trophiques dans les modèles de gestion multispécifiques nécessite une quantification précise des flux au sein du réseau trophique. Les développements méthodologiques (analyse automatisée d'images et autres méthodes) réalisés par l'unité HMMN permettra de généraliser ces outils. Enfin, les relations de taille entre proies et prédateurs (i.e. « *les gros mangent les petits* ») sont une des lois fondamentales régissant la prédation, et sur laquelle se basent les modèles écosystémiques développés par l'unité HMMN. La poursuite des mesures des proies dans les estomacs permettra d'une part d'affiner ces relations pour améliorer les modèles, mais également d'un point de vue plus fondamental de travailler sur l'importance structurante de ces relations dans le fonctionnement des écosystèmes.

O1-Q2 : Quels mécanismes déterminent la productivité des populations de poissons exploitées ?

Pour identifier ces mécanismes plusieurs espèces/cas d'étude sont sélectionnés :

La faible productivité du hareng de mer du Nord : Le hareng (*Clupea harengus*) de mer du Nord est une ressource halieutique structurante pour le patrimoine et l'économie de la filière pêche du nord de la France. Il représente ainsi une source essentielle de revenus pour les pêcheries pélagiques ciblant la population des Downs, qui vient se reproduire en hiver en Manche orientale et dans le sud de la mer du Nord. Les travaux menés par l'Unité HMMN sur la période 2026-2030 auront pour objectif de mieux comprendre la faible productivité actuelle du hareng de mer du Nord, alors que le stock est exploité durablement depuis plus de vingt ans. L'équipe HMMN étudiera plus spécifiquement les processus déterminant la survie des larves de la composante dominante de ce stock (population des Downs) qui se reproduit en hiver sur les frayères de Manche orientale et du sud de la mer du Nord, dans un contexte de changement global. Les mécanismes explorés incluront de manière non exclusive, (1) la disponibilité spatio-temporelle des champs de proies zooplanctoniques, (2) la dynamique de la phénologie des migrations de reproduction de adultes reproducteurs et, (3) les processus biotiques et abiotiques déterminant la croissance et la survie des larves. Ces travaux seront cofinancés par des projets en cours (AMI FORESEA, CPER IDEAL) ou soumis dans le cadre d'AAP régionaux (Région Hauts de France, PMCO, EUR IFSEA, SFR Campus de la Mer) ou nationaux (France Filière Pêche). Dans le cadre du projet CPER IDEAL, les interactions entre la température et la productivité ressentie par les harengs larves de la population des Downs, et leur taux métabolique et taux de croissance seront étudiés sur une décennie de captures scientifiques, et liées aux relevés de leur abondance. Ces infos précieuses seront utiles pour alimenter les modèles écosystémiques, pour mieux prédire le recrutement, l'abondance, et la biomasse des harengs dans le futur.

La très faible productivité des poissons plats (plie, sole) de Manche orientale : Des études porteront à la fois sur les faibles recrutements de ces espèces, en analysant la condition et la survie larvaire dans le cadre du CPER IDEAL et du projet CARPARC. La faible croissance des poissons plats seront également examinées. L'unité HMMN travaille actuellement sur la biochronologie à long terme à partir des otolithes. Cela se traduit par l'étude de la croissance et/ou de la forme des otolithes pour comprendre les effets de la pêche, des autres actions anthropiques (pollution...) et de l'environnement. Pour cela des séries historiques sur des périodes de temps longues entre 30 ans et 1 siècle seront analysées. Pour la sole, une thèse est en cours sur les populations du golfe de Gascogne à la mer du Nord avec des données de 1960 à 2020, en collaboration avec les instituts belges et néerlandais. Le but de ce type d'études est de comprendre la plasticité phénotypique et en quoi cela va induire des changements sur les stocks et leur suivi. Une étude similaire commence entre l'unité HMMN et le Cefas (Royaume-Uni) sur la plie de Manche en couplant les séries historiques anglaises de plus d'un siècle avec les analyses développées par l'unité HMMN.

La forte productivité de la Coquille Saint Jacques de Baie de Seine : La baie de Seine est aujourd'hui le gisement de coquilles Saint-Jacques le plus productif de France et d'Europe. Il s'agit donc là d'une espèce et d'une zone d'étude unique pour le développement de recherches sur la compréhension de la dynamique de cette ressource et de son exploitation. En effet, le niveau de biomasse exploitable (et de facto des captures observées) actuel est récent, et suit depuis 2016, une augmentation exponentielle, bien que le niveau d'exploitation reste globalement très élevé. Il y a donc eu une conjonction de facteurs qui peuvent expliquer cette augmentation, mais qui demeurent à aujourd'hui au stade des hypothèses : quel est l'impact du changement climatique, comment une espèce d'affinité plutôt boréale s'est adaptée localement à une augmentation forte de la température, quel est l'impact des changements de sélectivité des engins de pêche sur la distribution de la ressource et la structure par âge de cette population, comment la modification récente de la structure par âge intervient dans le succès de la reproduction, comment la mise en place d'une jachère rotationnelle modifie la densité sur le fond, et influe sur le processus de renouvellement des stocks, impact des rejets d'individus sous-taille sur la mortalité induite, etc.... ? Par ailleurs, la gestion du stock de coquilles Saint-Jacques dans la mesure où cette espèce n'est à ce jour pas encore sous régime de gestion communautaire devrait évoluer et l'unité HMMN sera au cœur de ce processus pour mieux encadrer cette ressource, qui s'appuiera par définition sur des connaissances scientifiques.

La productivité des ressources de Saint-Pierre et Miquelon (holothurie, flétan blanc, morue) : Après l'effondrement des stocks de morue de Terre-Neuve (1992-1993), les pêcheries de l'archipel de St-Pierre et Miquelon (SPM) n'ont eu de cesse de chercher à se diversifier, sans jamais retrouver les tonnages d'avant moratoire. A la fin du moratoire de la morue du banc St-Pierre (sous-division 3Ps de l'OPANO) en 1997, la morue a pu reprendre une place prépondérante pour la pêche industrielle. Cette embellie n'aura duré qu'un peu plus de 10 ans, car les quotas de morue sont repartis fortement à la baisse jusqu'à l'arrêt définitif des pêches industrielles à la fin des années 2010. L'unité HMMN est partenaire des scientifiques canadiens pour l'évaluation du stock de morue du 3Ps et a aidé à développer un nouveau modèle d'évaluation en 2019. Ce modèle est opérationnel depuis et sert de support à un plan de restauration du stock agréé en 2023. Ce plan, basé sur une évaluation des stratégies de gestion (MSE) est construit avec des étapes à 5 ans et des circonstances exceptionnelles à évaluer annuellement. De même, depuis 2010, une ressource est apparue très lucrative pour les pêcheurs artisans, le marché pour l'holothurie (*Cucumaria frondosa*) s'est en effet structuré sur la côte Sud de Terre-Neuve et SPM a pu en profiter pour exploiter un gisement dans sa ZEE. L'unité HMMN a conduit 3 missions d'évaluation de ce stock entre 2021 et 2023, avec l'aide d'une vidéo montée sur un support de drague professionnelle. Les analyses ont permis de déterminer un TAC très conservateur (taux d'exploitation ~ 1%). Pour affiner ces résultats et mieux intégrer les capacités offertes par les transects vidéo, dans le futur l'unité HMMN avec d'autres unités développera l'utilisation de l'Intelligence artificielle appliquée sur les données vidéo. Enfin, le flétan blanc pose des défis scientifiques d'une autre nature. En effet, le stock est en progression constante depuis le début des années 2000 et a atteint un plateau récemment suite à plusieurs années de recrutements moyens. Le stock est dit chevauchant, car il a une aire de répartition très large, de la frontière entre le Canada et les Etats-Unis jusqu'aux limites orientales de la ZEE de SPM. Le TAC établi par le Canada est entièrement consommé par lui-même, car SPM n'y a aucun droit et ne peut qu'exploiter sa propre ZEE. Cet état de fait est contraire aux Règlements internationaux qui demandent, dans le cadre de stocks chevauchants, que toutes les parties s'accordent sur une gestion commune. Cette nouvelle gestion commune devra s'appuyer sur un partage d'informations entre scientifiques canadiens, américains et français à travers des données de captures, de croissance, de maturité et autres données nécessaire aux évaluations de stocks.

O1-Q3 : Quels mécanismes déterminent la biodiversité et le fonctionnement des réseaux trophiques ?

Pour répondre à cette question, l'unité HMMN travaille sur 2 axes de recherche que sont l'évolution des niches écologiques face au changement climatique et la compréhension de la structure et du fonctionnement des réseaux trophiques dans leurs ensembles.

Evolution des niches écologiques dans le contexte du changement climatique et les réponses et les limites des poissons à ce changement climatique : Les changements environnementaux qui se produisent dans les écosystèmes marins induisent des réponses comportementales, physiologiques et démographiques chez les espèces qui y résident. Parmi ces différentes réponses biologiques, les populations peuvent notamment voir leur répartition géographique ou même leur phénologie modifiée, en réaction à des facteurs tels que l'élévation des températures et l'accroissement de la variabilité des conditions environnementales. Certains organismes peuvent migrer vers des latitudes plus élevées, d'autres peuvent se déplacer vers des profondeurs plus importantes, tandis que certains maintiennent leur distribution en fonction de leurs caractéristiques écologiques et physiologiques propres à chaque étape de leur cycle de vie. Ces changements ont et auront des répercussions considérables, tant sur le plan écologique qu'économique. Par exemple, la productivité des espèces et des communautés est déjà fortement impactée, ce qui transforme la dynamique prédateur-proie au sein des écosystèmes marins. De plus, les zones privilégiées pour la pêche et la conservation se voient se déplacer, ce qui nécessite une adaptation des stratégies de gestion des ressources marines. Dans ce contexte, il est donc crucial pour l'unité HMMN de comprendre les interactions complexes entre la niche écologique des espèces marines (telles que les relations prédateur-proie, le régime alimentaire, les exigences en matière d'habitat, etc.) et les facteurs environnementaux qui influent leur écologie et leur distribution géographique. Une partie des activités de l'unité HMMN sera donc consacrée à l'étude des changements d'aires de répartition et d'abondances des espèces en réponse aux variables environnementales. Cela impliquera donc de mettre au point des approches permettant d'estimer et caractériser les niches thermiques, métaboliques et trophiques des espèces, en particulier les espèces clé sur le plan économique et écologique. Les chercheurs utiliseront ensuite ces données pour développer des modèles prédictifs, basés sur les réponses passées et actuelles des espèces aux changements environnementaux, afin d'estimer la distribution, la structure et l'abondance futures des communautés marines. L'intégration de ces données dans les modèles prédictifs permettra alors d'anticiper la surexploitation de certaines espèces déjà affectées tout en tirant parti de celles dont l'abondance et l'occurrence augmentera. En résumé, une meilleure compréhension des niches écologiques et physiologiques des espèces marines, ainsi que leur évolution dans le temps et l'espace, nous permettra d'améliorer la robustesse de nos projections sur les réponses futures des écosystèmes marins aux changements environnementaux. Ces travaux auront sans conteste des implications majeures pour la gestion des ressources marines et la conservation de la biodiversité, et pourront être utilisés par les décideurs politiques et les gestionnaires des écosystèmes marins pour prendre des décisions éclairées.

Structure et le fonctionnement des réseaux trophiques : La relation de taille entre proie et prédateur est souvent définie par la communauté des espèces présentes. De plus, elle est structurée par le montant de production disponible, poussé par les conditions environnementales. Tous ces facteurs sont combinés à déterminer la biomasse exploitable dans les écosystèmes marins. Dans l'unité HMMN, les liens entre la productivité, l'écologie du plancton et poissons, et la modélisation écosystémique sont utilisés pour prédire l'état de l'écosystème et des biomasses de poissons ciblés sur les conditions du changement climatique et de la pêche, à travers des modèles écosystémiques comme OSMOSE et ATLANTIS développés par l'unité depuis plusieurs années. Au sein de l'écosystème pélagique, une attention particulière est et sera portée sur le transfert des acides gras essentiels, notamment les oméga-3, des producteurs primaires à travers le zooplancton jusqu'aux petits pélagiques et poissons piscivores. Ces nutriments jouent un rôle crucial dans la santé des écosystèmes marins et dans la chaîne alimentaire. En lien avec la structure en taille et les approches taxonomiques, les études visent à éclairer les processus et influences biotiques et abiotiques sur le transfert d'énergie et des oméga-3. Parallèlement, l'utilisation d'analyses d'isotopes stables permet de mieux appréhender les dynamiques saisonnières, spatiales et temporelles impliquées dans la structuration des écosystèmes, en tenant compte du fort couplage benthopélagique local. Ces outils offrent une vision plus complète des flux de nutriments et des interactions au sein de ces écosystèmes, ce qui aide à une meilleure gestion et préservation de ces milieux marins essentiels.

Objectif HMMN 2 (O2) : Pêcheries de demain

O2-Q1 : Que va-t-on pêcher et comment doit-on pêcher demain (espèces cibles, stratégie de gestion, captures accidentelles...) pour assurer la viabilité des pêcheries et la préservation l'écosystème?

L'humanité est particulièrement dépendante des ressources marines, à la fois pour sa propre sécurité alimentaire et économique. Parallèlement à cette dépendance, l'exploitation de ces ressources par la pêche, la pollution, la destruction des habitats, et le changement climatique engendrent des modifications drastiques de la distribution spatiale, l'abondance et la productivité des espèces à l'échelle mondiale, affectant ainsi les communautés humaines locales. Dans les décennies à venir, ces pressions exercées sur les ressources biologiques devraient entraîner une diminution globale de la biomasse océanique (Lotze et al., 2019), des captures de pêche (Cheung, 2018) et de la production aquacole (Froehlich et al., 2018). Le potentiel de croissance des pêcheries marines de l'UE, notamment en termes de fourniture de protéines et micronutriments, semble donc limité, tandis que la population mondiale et la demande de ces produits continuent d'augmenter. Une telle situation nous amène donc à anticiper la manière dont les ressources marines vont répondre aux changements globaux en cours et à venir et à proposer des stratégies de pêche adaptées aux changements inévitables des futures décennies. En Europe, de nombreuses campagnes en mer sont menées à des fins de gestion des pêches. Au-delà de sa large contribution à ces campagnes, l'unité HMMN est pleinement investie dans le développement de modèles numériques et la mise au point de scénarios intégrés permettant de mieux prévoir et anticiper les effets conjugués du changement climatique et de la pression de la pêche sur les espèces d'intérêt commercial, la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes. Ces avancées seront cruciales pour sensibiliser les parties prenantes et contribuer à l'élaboration de politiques efficaces d'atténuation et d'adaptation. Ces dernières permettront alors d'assurer un approvisionnement durable en produits de la mer, en particulier pour des communautés humaines côtières. Concrètement, l'unité HMMN est à l'avant-garde de projets de recherche qui visent à fournir des scénarios et des projections pour la production de produits de la mer dans les eaux françaises d'ici 2050 (projet FORESEA 2050) et dans les eaux européennes d'ici 2050 et 2100 (projet MAESTRO). Le projet FORESEA 2050 vise à intégrer les connaissances de plusieurs disciplines à différentes échelles, afin d'envisager la contribution de la pêche et de l'aquaculture à la sécurité alimentaire française en 2050, dans le contexte du changement global. Le projet combine scénarios prospectifs et modèles d'écosystèmes marins et vise plus spécifiquement à : i) fournir une description passée et actuelle de la chaîne d'approvisionnement en produits de la mer en France, de la biodiversité jusqu'au marché ; ii) comparer les modèles d'écosystèmes marins existants pour les eaux françaises et étudier le potentiel d'amélioration de la description des composants clés ; iii) produire des scénarios prospectifs décrivant des trajectoires possibles de la pêche et de l'aquaculture française sous forçage climatique en 2050 ; iv) proposer des scénarios et projections de la biodiversité marine et des captures des pêcheries françaises à l'horizon 2050, afin d'évaluer la contribution des produits de la mer à la sécurité alimentaire française. Le projet MAESTRO vise essentiellement à proposer des combinaisons alternatives d'espèces cibles pour les futures pêcheries des eaux côtières de l'Atlantique Nord-Est et de la mer Méditerranée. Pour se faire, les efforts seront d'abord mis sur la compréhension puis la prédiction de la réponse des assemblages d'espèces au changement climatique et à la pêche. Plus précisément, les combinaisons alternatives d'espèces seront produites par l'optimisation d'un large spectre de critères comme les bienfaits nutritifs pour l'homme, la préservation de la biodiversité (diversité fonctionnelle, statut IUCN, vulnérabilité au changement climatique et à la pêche, rareté évolutive, robustesse trophique, etc.), la minimisation des captures d'espèces non ciblées, le tout en maintenant des niveaux stables de tonnages débarqués. La particularité du projet MAESTRO tient essentiellement à la prise en compte du maintien de la diversité biologique (phylogénétique, fonctionnelle) des écosystèmes, afin d'allier conservation de la biodiversité et exploitation durable des ressources. De telles perspectives placent ainsi les projets MAESTRO et FORESEA 2050 à la croisée de l'Agenda 2030 pour le Développement Durable des Nations Unies et de l'Accord de Paris sur le changement climatique. Ainsi, les résultats qui découleront de ces projets menés en collaboration avec de nombreux autres instituts, seront précieux pour orienter les politiques et les pratiques de gestion dans le contexte des défis sociétaux et scientifiques posés par le changement climatique et la préservation des ressources marines. En plus, en comprenant les facteurs et les processus qui régissent la biologie et en particulier la croissance des espèces dans le passé, il est possible de la prédire dans le futur. C'est pour cela que l'unité HMMN développe plusieurs projets de recherche en expérimentation animale pour contrôler le milieu et tester des scénarii de changement climatique en particulier sur la température et l'acidification.

O2-Q2 : Comment la diversité des communautés évolue-t-elle dans le temps et l'espace en fonction des pressions anthropiques et de l'environnement ?

La compréhension de la dynamique spatio-temporelle des communautés fait aujourd'hui l'objet d'une attention croissante de la part des scientifiques et gestionnaires. Cette dynamique est en effet déterminante pour le fonctionnement des écosystèmes et par conséquent pour les services rendus. Le suivi spatio-temporel des communautés est donc de première importance, autant sur le plan environnemental qu'économique. Aussi, au vu de la variabilité environnementale actuelle et future, l'un des enjeux mondiaux est d'anticiper la réponse de la biodiversité face au changement climatique et aux pressions anthropiques à venir, notamment en vue de proposer des plans de gestion de l'espace marin au travers notamment de la stratégie nationale pour la création d'aires marines protégées. Dans ce contexte, l'unité HMMN déploie une partie de ses activités de recherches pour mieux comprendre les mécanismes de structuration des communautés de poissons, principalement en Manche et Mer du Nord. Pour se faire, l'approche dite « fonctionnelle » est utilisée puisqu'elle vise à caractériser les espèces par leurs caractéristiques biologiques (taille, préférence thermique, taux métabolique, régime alimentaire, etc.), ce qui permet alors de mieux comprendre la relation entre l'environnement, la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes. De plus, l'analyse basée sur les traits donne à cette recherche une applicabilité plus large que les analyses taxonomiques classiques, ce qui permettra l'extrapolation des résultats à d'autres zones que la Manche et Mer du Nord. Paradoxalement, la diversité fonctionnelle reste encore très peu utilisée à des fins de gestion qui elle reste principalement déterminée par des critères de diversité taxonomique et de valeur patrimoniale. Pour ce volet-ci du projet de l'unité HMMN, l'objectif sera de poursuivre l'utilisation et le développement des concepts d'écologie fonctionnelle en vue de tendre à la fois vers une exploitation durable des ressources exploitées et d'optimiser la conservation de la biodiversité. De nombreuses espèces marines, en particulier les poissons, voient et verront leur aire de répartition latitudinale et bathymétrique changer en réponse au changement climatique. Dans ce contexte, certaines espèces, dont des espèces exploitées, ou même en danger d'extinction (liste rouge de l'IUCN) pourraient être négativement impactées dans le futur, lésant ainsi les activités de pêche, le secteur de la grande distribution et la stabilité des écosystèmes dans leur ensemble. A l'inverse, d'autres espèces plus méridionales pourraient devenir de plus en plus attractives pour les pêcheries. L'unité portera aussi ses recherches sur le phénomène de déplacements des populations et tentera d'identifier quels traits devraient théoriquement favoriser/défavoriser les espèces à l'avenir. Les connaissances acquises permettront de prévoir la persistance (ou la disparition) des espèces et permettra alors d'orienter les gestionnaires dans le processus de mise au point de stratégies d'exploitation adaptées aux changements à venir mais aussi à identifier quelles zones seront prioritaires dans une optique de conservation de la biodiversité. Ainsi, l'unité HMMN consacrera une partie de ses activités au développement de modèles prédictifs pour appréhender quels seront les traits (et donc quelles espèces) favorisés et défavorisés dans les prochaines décennies (de 2030 à 2100) pour divers scénarios de changement climatique. Un focus sur les espèces classées 'en danger d'extinction', vulnérables à la pêche et au changement climatique, ou même ayant des histoires évolutives singulières, sera aussi effectué afin d'anticiper l'évolution de leurs aires de répartition et l'ampleur de la réduction de leur habitat potentiel. Ces travaux seront effectués à diverses résolutions spatiales, allant du rectangle CIEM à l'échelle des écorégions européennes. En parallèle, l'unité HMNN poursuivra le développement d'approches numériques permettant d'accroître notre capacité à décrire les patrons de diversité taxonomique et fonctionnelle dans l'espace et le temps. Il s'agira par exemple d'identifier les traits contribuant à la dynamique des communautés, évaluer les effets indésirables du surnombre de traits pour l'évaluation de l'effet des traits, mettre au point des méthodes d'estimation des niches thermiques, métaboliques, ou même pallier au manque de données relatives aux traits des espèces. Pour la filière pêche, ces recherches appliquant les concepts d'écologie fonctionnelle permettront d'identifier de nouvelles combinaisons d'espèces pour pourraient être d'intérêt pour la profession tout en minimisant les effets néfastes de la pêche sur la stabilité des communautés. Enfin, ces travaux pourraient être de première utilité pour les gestionnaires d'aires marines protégées afin de géo-référencer les zones où la biodiversité marine sera la plus vulnérable aux pressions futures.

Objectif HMMN 3 : Impacts cumulés des activités anthropiques en particulier EMR

O3-Q1 : Comment quantifier les impacts cumulés des activités anthropiques (grands aménagements, EMR, et toutes autres activités industrielles) sur les communautés halieutiques ?

La Manche est caractérisée par une intense pression anthropique : haut lieu du trafic maritime entre l'Atlantique et la mer du Nord abritant certains des plus grands ports français (Rouen, Le Havre), première façade maritime française pour le développement de l'éolien en mer et pour l'extraction de granulats marins et caractérisée par une importante activité de pêche, ses écosystèmes marins sont soumis à une diversité d'impacts dont l'intensité et les conséquences sont encore à l'étude. La température moyenne annuelle a augmenté de 1°C en l'espace de 15 ans sous l'effet du changement global, et s'accompagne de l'acidification des eaux côtières normandes, de la baisse des apports par les fleuves côtiers et de la production primaire phytoplanctonique, et d'un ensablement des estuaires (GIEC Normand, 2019). Si le fort hydrodynamisme de la Manche peut conférer une résistance plus forte des communautés présentes naturellement adaptées à ces conditions, les connaissances restent limitées sur les seuils de tolérance au-delà desquels les dommages causés aux écosystèmes seraient irréversibles. Le renouvellement des ressources halieutiques de Manche-mer du Nord dépend de la bonne santé de ces écosystèmes marins et côtiers, pour les besoins de la reproduction, et de la survie des larves et des juvéniles jusqu'à l'âge adulte. Les activités anthropiques en mer affectent ces communautés en modifiant ou détruisant les habitats essentiels à la réalisation de leur cycle de vie, et en perturbant la disponibilité des ressources trophiques et les conditions hydro-dynamiques qui leur sont propices. L'arrivée de nouveaux usages (EMR) est aussi source de conflits d'usage, avec des conséquences socio-économiques (i.e. accès aux ressources) et scientifiques (i.e. capacité à poursuivre les suivis des populations).

Dans ce contexte, l'unité HMMN s'implique dans des projets proposant une approche écosystémique des écosystèmes dans des cadres de modélisation préalablement éprouvés pour la gestion des pêches et à présent développés pour fournir des scénarios de gestion de l'espace maritime en lien avec le développement des EMR, première pression émergente de la façade. Ces outils s'appuient sur d'importants volumes d'information relatifs aux effets et impacts des différentes activités anthropiques considérées. Pour améliorer la fiabilité de ces modèles, l'unité est engagée dans des projets plus spécifiques pour l'évaluation de la résilience des communautés halieutiques en lien avec les extractions de granulats, qui entraînent une destruction locale des habitats benthiques et la redéposition de particules fines à proximité. La compréhension des processus à l'œuvre dans la résilience de ces sites est essentielle pour évaluer la capacité à poursuivre les extractions dans un contexte de pressions multiples. En lien avec la gestion des activités anthropiques en mer, l'unité HMMN a entrepris une démarche de transmission des savoirs en développant des outils d'aide au traitement des données environnementales collectées dans des cadres administratifs sur les sites industriels, à destination des bureaux d'étude en charge de ces campagnes. La proposition de cadres d'analyse communs est une première étape vers une meilleure connaissance des facteurs entrant en jeu dans l'intensité des impacts associés aux différentes activités anthropiques en mer et la définition de seuils de perturbation limites. Au travers de ses activités d'appui aux politiques publiques, l'unité HMMN aide à assurer la cohérence des exigences réglementaires destinées à la bonne gestion de l'espace maritime. Ces initiatives nationales sont communiquées vers et discutées au sein des instances internationales telles que le CIEM. D'autre part, les nourriceries côtières de la façade Manche sont soumises à des contextes écologiques et anthropiques très distincts, permettant l'étude d'un gradient de pressions sur le fonctionnement de ces zones fonctionnelles halieutiques. Associées aux estuaires et aux baies, les nourriceries sont fortement impactées par les activités portuaires (i.e. poldérisation, pollution chimique, chenalisation, dragage), entraînant la destruction des habitats. D'autres sont épargnées de la pression portuaire comme la baie de Somme, mais qui se trouve à proximité d'une centrale nucléaire. Toutes sont affectées par le changement global et la réduction des apports en eau douce, qui entraîne un phénomène de marinisation des estuaires. L'unité HMMN est investie dans des projets pour l'étude des conséquences des impacts multiples sur ces habitats essentiels, à l'échelle de la communauté et à l'échelle des habitats, pour comprendre comment les différents facteurs de pression affectent la croissance et la survie des juvéniles. Ces éléments sont essentiels pour mieux protéger les espaces sensibles que sont les nourriceries et cibler des actions de restauration des habitats en lien avec la gestion des populations exploitées.



Figure : Trajectoire de l'unité HMMN à travers trois objectifs et six questions scientifiques.

1- REFERENCES

- Lotze H.K. et al., Global ensemble projections reveal trophic amplification of ocean biomass declines with climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 116, 12907–12912 (2019).
- Cheung W.W.L., 2018. The future of fishes and fisheries in the changing oceans. *J. Fish Biol.* 92, 790–803.
- Froehlich H.E., Gentry R.R., Halpern B.S., 2018. Global change in marine aquaculture production potential under climate change. *Nat. Ecol. Evol.* 2, 1745–1750.
- Nogues, Q., Aраignous, E., Bourdaud, P., Halouani, G., Raoux, A., Foucher, É., Loc'h, F.L., Loew-Turbout, F., Ben Rais Lasram, F., Dauvin, J.-C., Niquil, N., 2022. Spatialized ecological network analysis for ecosystem-based management: effects of climate change, marine renewable energy, and fishing on ecosystem functioning in the Bay of Seine. *ICES Journal of Marine Science* 79, 1098–1112. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac026>